

Biomassa Aérea de Espécies Arbóreas em Plantios Experimentais em Área de Floresta de Roraima

Haron Abraham Magalhães Xaud¹
Helio Tonini²
Evelyn Branco Loureiro³
Victor Woellner Paolineti⁴
Maristela Ramalho¹

INTRODUÇÃO

A sensibilização de órgãos de pesquisa para investigação de biomassa e conteúdo de carbono na vegetação vem acontecendo de forma gradativa. A necessidade de mensuração de serviços ambientais abrange não só as possibilidades de melhoria econômica e social para agricultores familiares, através de programas sócio-ambientais como o PROAMBIENTE (Mattos, 2004), mas também viabiliza informações para estabelecimento de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), baseados na comercialização de créditos de carbono de empreendimentos florestais.

O MDL consiste em que cada tonelada de CO₂ equivalente deixada de ser emitida ou que for retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento, poderá ser negociada no mercado mundial (Rocha, 2006).



Fig. 1: Parcela experimental de plantio silvicultural homogêneo, Campo Experimental Confiança, 2005. Foto: Evelyn Branco Loureiro.

Na modalidade de “usos da terra, mudança de uso da terra e florestas (LULUCF)”, somente são elegíveis como MDL, atividades de reflorestamento e florestamento. CO₂ equivalente é uma medida utilizada para comparar as emissões de vários gases do efeito estufa baseado no potencial de aquecimento global de cada um desses gases (adaptado de Rocha (2006)).

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc., pesquisador da Embrapa Roraima. BR 174, km 08. Distrito Industrial. Caixa Postal: 133. 69.301-970. Boa Vista - Roraima. e-mail: haron@cpafrr.embrapa.br; maris@cpafrr.embrapa.br

² Engenheiro Florestal, Dr., pesquisador da Embrapa Roraima. BR 174, km 08. Distrito Industrial. Caixa Postal: 133. 69.301-970. Boa Vista - Roraima. e-mail: helio@cpafrr.embrapa.br

³ Estagiária do convênio Embrapa / Universidade Federal do Paraná (UFPR): Engenharia Agrônômica.

⁴ Estagiário do convênio Embrapa / Universidade Federal do Paraná (UFPR): Engenharia florestal.

Na Embrapa, linhas de pesquisa em mudanças climáticas globais já existem desde o final da década de 90, mas foram ampliadas a partir da aglutinação de pesquisadores de várias Unidades e Centros da Embrapa, formando o Núcleo de Gestão Tecnológica (NGT) sobre Mudanças Climáticas Globais e Vulnerabilidade da Agricultura Brasileira nos anos de 2001 e 2002.

Antes deste novo enfoque surgir, e, devido à reconhecida importância dos plantios florestais homogêneos na composição da matriz florestal brasileira com a finalidade de reposição florestal, produção de energia, celulose e madeira para serraria, a Embrapa Roraima iniciou em 1997 um projeto para avaliação de espécies florestais de rápido crescimento no Estado de Roraima (Figura 1). Complementar a esta linha e frente a uma demanda local para indicação de espécies para uso múltiplo em sistemas agroflorestais, vêm sendo conduzidos estudos, enfatizando crescimento em diâmetro, altura e volumetria de madeira para cada espécie (Arco-Verde et al., 2002).

À medida em que novas oportunidades de negócios silviculturais são estabelecidas com a implementação mundial do Protocolo de Quioto (Rocha & Muniz, 2000), o qual instituiu o MDL, tornam-se necessárias avaliações que permitam gerar agregação de valor a florestas plantadas no sentido de remuneração por serviços ambientais, ressaltando-se sua utilização para sequestro de carbono.

O NGT de Mudanças Climáticas (Embrapa) levantou o “estado da arte” das investigações nesta temática em atividades agropecuárias e silviculturais no Brasil e no mundo. A partir deste levantamento e da observação de lacunas e

oportunidades, foi estabelecida a Rede Agrogases (Figura. 2).



Fig. 2 – Logomarca da Rede Agrogases

A Rede Agrogases foi viabilizada, de 2003 até 2007, através do projeto: Dinâmica de carbono e gases de efeito estufa em sistemas brasileiros de produção agropecuária, florestal e agroflorestal. O projeto em rede se divide em Projetos Componentes (PC), e estes se dividem em Planos de Ação (PA) e em Atividades (Ativ.). A atividade aqui desenvolvida está contida no PC 3 - Estoque de C em formações vegetais nativas, plantações perenes e sistemas agroflorestais; PA 2 - Estoques de carbono em plantações florestais; Ativ. 3.2.12 - Avaliação da fixação de carbono em plantios experimentais florestais em diferentes estágios de crescimento inicial, em áreas de florestas de Roraima. O objetivo do presente trabalho consiste em avaliar espécies florestais, em plantios experimentais homogêneos, em relação aos seus potenciais de acúmulo de biomassa.

MATERIAL E MÉTODOS

As espécies analisadas são: *Bertholletia excelsa*; *Centrolobium paraense*; *Dinizia excelsa*; *Eucaliptus camaldulensis*; *Eucaliptus urograndis* (clone 1270); *Jacaranda copaia*; *Schefflera morototoni*; *Schizolobium amazonicum*; *Sclerolobium paniculatum*. Idades e espaçamentos variam segundo a Tabela 1.

Tabela 1 – Espécies arbóreas e suas respectivas idades e espaçamentos; Campo Experimental Confiança, Embrapa Roraima; out. 2005.

| Espécie | Idade (anos) | Espaç. (m) |
|--|--------------|------------|
| <i>Eucaliptus camaldulensis</i> (E. Camaldulensis) | 4 | 2 x 3 |
| <i>Bertholletia excelsa</i> (castanha-do-Brasil) | 6 | 4 x 3 |
| <i>Centrolobium paraense</i> (pau-rainha) | 6 | 4 x 3 |
| <i>Dinizia excelsa</i> (angelim) | 6 | 4 x 3 |
| <i>Jacaranda copaia</i> (parapará) | 6 | 4 x 3 |
| <i>Schefflera morototoni</i> (morototó) | 6 | 4 x 3 |
| <i>Eucaliptus urograndis</i> (E. urograndis) | 7 | 2 x 3 |
| <i>Sclerolobium paniculatum</i> (tachi) | 7 | 2 x 3 |
| <i>Schizolobium amazonicum</i> (paricá) | 8 | 4 x 3 |

Os espaçamentos visam o uso das árvores para energia e celulose (2 x 3m) e para serraria (4 x 3m). As espécies de *Eucaliptus* e o *Sclerolobium paniculatum* foram plantadas no espaçamento para produção de energia e celulose, todas as demais espécies foram plantadas no espaçamento para serraria.

A metodologia para determinação da biomassa aérea das árvores foi direta, ou seja, consistindo na obtenção do peso verde (em campo) retirada de amostras (cerca de 500g a 1500g) e pesagem (peso verde), secagem em estufa até peso constante para pesagem e obtenção do peso seco de cada amostra. A secagem em laboratório foi realizada acondicionando-se as amostras em

sacos de papel e secando-as em estufa de circulação forçada a 65 °C, até peso constante. Para a estimativa da biomassa no povoamento, a biomassa de cada indivíduo-médio/espécie foi multiplicada pela densidade de árvores (n/ha). Uma vez que as amostras são destrutivas e que o dossel plantado é pequeno, máximo de 49 plantas úteis, sendo até 81 plantas por parcela, dispostas em 486 m² (espaçamento 2 x 3m) ou 972 m² (espaçamento 4 x 3m), definiu-se pela colheita do indivíduo-médio de cada espécie. O mesmo foi selecionado a partir de medição prévia, avaliando-se o diâmetro a 1,30m do solo e a altura total dos indivíduos úteis da parcela. Em caso de empate entre indivíduos próximos à média, decidiu-se pela seleção daqueles, cuja retirada provocasse menor irregularidade na distribuição espacial do plantio. Para cada indivíduo foram amostrados os seguintes componentes: tronco, galhos secos, galhos verdes e folhas. O tronco foi sub-amostrado em três alturas (base: 0,10 m, 1,30 m e ápice do fuste comercial). Tal metodologia foi adaptada a partir de Schumacher et al. (2002).

Para a realização de pesagem em campo, foram utilizadas balanças de gancho de 100g, 300g, 12 kg, 20 kg, além de cordas, sacos de ráfia e de papel. Todas as anotações foram tomadas em fichas de campo apropriadas e tabuladas posteriormente em planilha eletrônica.

O solo predominante da região do Campo Experimental Confiança é descrito por Arco-Verde et al. (2002) e Tonini et al. (2006) como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, cuja análise química indica baixa fertilidade para todas as bases e pH em torno de 4,5.

O clima é do tipo Aw (Classificação de Köppen), com temperaturas médias variando de 26 a 29°C,

com uma estação chuvosa de abril a setembro e uma estação seca de outubro a março. Mourão Jr. et al. (2003) apresentaram valores médios de precipitação anual medida no C.E.Confiança de 1.729 mm, com cerca de 55% de toda a precipitação ocorrendo nos meses de maio a julho.

RESULTADOS

A apresentação e discussão dos resultados parte inicialmente das avaliações de biomassa obtidas por espécie/indivíduo, finalizando com os resultados obtidos em termos de biomassa estocada por área plantada de cada espécie.

De acordo com os dados de biomassa analisados por indivíduo, avalia-se que dentre as espécies com idade de 6 anos, plantadas em espaçamento de 4 x 3 m, tem-se o morototó (*Schefflera morototoni*) e parapará (*Jacaranda copaia*) se

destacando com produção de 33,3 kg de biomassa seca por indivíduo, enquanto a castanheira (*Bertholletia excelsa*) apresenta-se com 25,2 kg/indivíduo (Figura 3).

Para as espécies com idade de plantios de 7 e 8 anos em espaçamento de 4 x 3 m, tem-se o pau-rainha (*Centrolobium paraense*) com apenas 11,6 kg/indivíduo. Seguido pelo Angelim (*Dinizia excelsa*) com 55,0 kg/indivíduo. Neste espaçamento, o mais efetivo no acúmulo de biomassa por indivíduo foi o paricá (*Schizolobium amazonicum*), com 109,07 kg/indivíduo, aos 8 anos de idade.

Em plantios para energia e celulose, com espaçamento de 2 x 3 m, estão as espécies com maior acúmulo de biomassa por indivíduo, ambas com 7 anos: o Eucaliptus urograndis (clone 1270) apresenta 137,0 kg/indivíduo e o tachi (*Sclerolobium paniculatum*) apresenta-se com 157,8 kg/indivíduo (Figura 3).

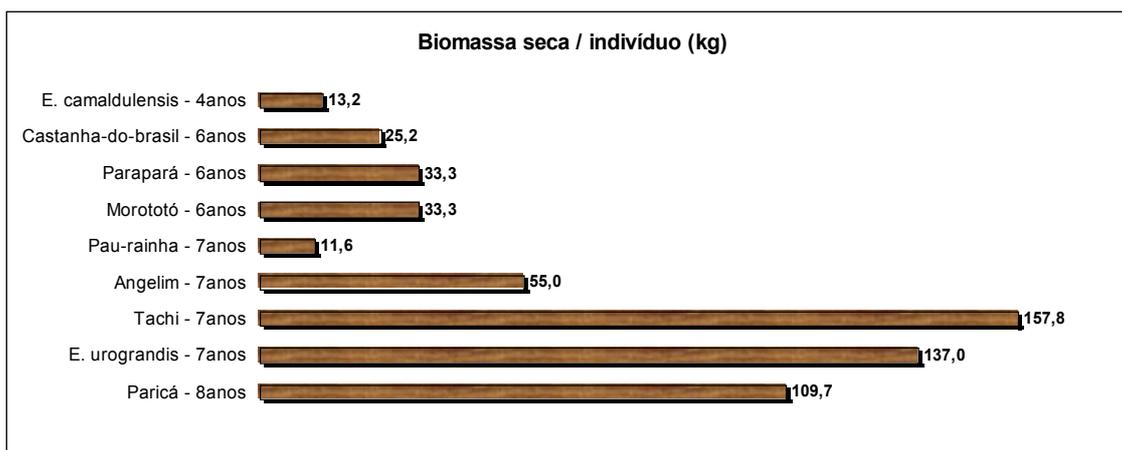


Fig. 3 – Biomassa seca (kg) dos indivíduos-médios de cada espécie, Campo Experimental Confiança, outubro de 2005.

Estas duas espécies, ainda que plantadas em espaçamentos menores (2 x 3 m), que submete as árvores a uma maior competição por água, nutrientes e luz, ainda assim mostraram alto

potencial individual em acúmulo de biomassa. Porém, o sucesso de um plantio silvicultural para qualquer finalidade, não depende apenas do potencial do indivíduo, mas do resultado

conjunto dos indivíduos presentes numa determinada área.

Assim a quantidade de biomassa por unidade de área, leva em consideração não apenas a produtividade individual para estocagem de biomassa, mas principalmente a eficiência de todo o estande. Neste caso o padrão de espaçamento altera a produtividade de biomassa global do plantio.

Nesta situação a densidade final de indivíduos por hectare que leva em consideração não apenas a densidade planejada, mas reconhece a supressão real, faz nítida diferença. Na Tabela 2, estão apresentadas a densidade inicial, a densidade efetiva (ano 2005) e a supressão (por desbaste e/ou morte) em percentagem para cada espécie estudada.

Conforme mencionado, o paricá (*Schizolobium amazonicum*), aos 8 anos, e o angelim (*Dinizia excelsa*), aos sete anos, são espécies que apresentam uma expressiva quantidade de biomassa por indivíduo, respectivamente 109,7 kg e 55 kg. Porém, nos plantios avaliados, estão sujeitos a um alto índice de supressão, 36,7% e 34,7% (Tabela 2), em espaçamento de 4 x 3 m, o que gera uma biomassa de cerca de 58 t/ha e de 30 t/ha, respectivamente (Figura 4).

As espécies que obtiveram os maiores valores de biomassa estocada foram *Eucaliptus urograndis* com 7 anos com 209,6 t/ha e *tachi* (*Sclerolobium paniculatum*) com 7 anos, com 126,7 t/ha de matéria seca, ambos em espaçamento de 2 x 3 m.

Mesmo o paricá (*Schizolobium amazonicum*) com 8 anos, com espaçamento de 4 x 3 m, ficou bastante aquém destes valores, apresentando apenas 57,8 t/ha. Porém ao se contrastar o

resultado do paricá (*Schizolobium*), aos 8 anos, com os demais plantios de 7 anos, angelim (*Dinizia excelsa*) e pau-rainha (*Centrolobium paraense*) em espaçamento idêntico, este apresenta desempenho superior.

Tabela 2 – Densidade inicial, final e supressão de indivíduos em plantios homogêneos, no Campo Experimental Confiança, Embrapa Roraima; 2005.

| Espécie | dens. Inicial (n/ha) | dens. Final (n/ha) | Supressão (desbaste e/ou morte) (%) |
|---|----------------------|--------------------|-------------------------------------|
| <i>Bertholletia excelsa</i> (castanha-do-Brasil) | 833,3 | 799,3 | 4,1% |
| <i>Centrolobium paraense</i> (pau-rainha) | 833,3 | 799,3 | 4,1% |
| <i>Dinizia excelsa</i> (angelim) | 833,3 | 544,2 | 34,7% |
| <i>Jacaranda copaia</i> (parapará) | 833,3 | 612,2 | 26,5% |
| <i>Schefflera morototoni</i> (morototó) | 833,3 | 493,2 | 40,8% |
| <i>Eucaliptus urograndis</i> (<i>E. urograndis</i>) | 1.666,7 | 1.530,6 | 8,2% |
| <i>Sclerolobium paniculatum</i> (<i>tachi</i>) | 1.666,7 | 802,7 | 51,8% |
| <i>Schizolobium amazonicum</i> (paricá) | 833,3 | 527,2 | 36,7% |

Quanto ao alto desempenho do *E. urograndis* (1270), refere-se a uma espécie exótica, intensivamente melhorada, sendo este plantio de *E. urograndis* relativo a clones de híbridos 1270, selecionado em Roraima dentre outros clones, como o mais produtivo em termos gerais: crescimento em diâmetro, altura e volumetria (Tonini et al., 2006).

Este resultado positivo em biomassa era esperado uma vez que esta espécie vem se destacando em todas as avaliações de crescimento anteriormente realizadas, como em

Arco-Verde et al. (2000; 2002) e Tonini et al. (2006).

Levando-se em consideração as duas espécies mais produtivas em biomassa/ha, dentre as estudadas, tem-se em primeiro lugar o *E. urograndis* com cerca de 210 t/ha, seguido do *Sclerolobium paniculatum* com cerca de 126 t/ha, ambas plantadas segundo espaçamento para energia e celulose, 3 x 2 m.

Em estudos relacionados à agregação de valor à cadeia produtiva da madeira com base na

contabilização de serviços ambientais por sequestro de carbono, Gouveia & Ângelo (2003) apresentam estimativas de estoque de carbono para plantio de teca (*Tectona grandis*), manejado para serraria, aos 17 anos em Mato-Grosso, em cerca de 60 tC/ha, cerca de 120 t/ha de biomassa. Tais dados podem dar uma noção do alto potencial de acúmulo de biomassa observado no *Sclerolobium Paniculatum* e no *E. urograndis* clone 1270.

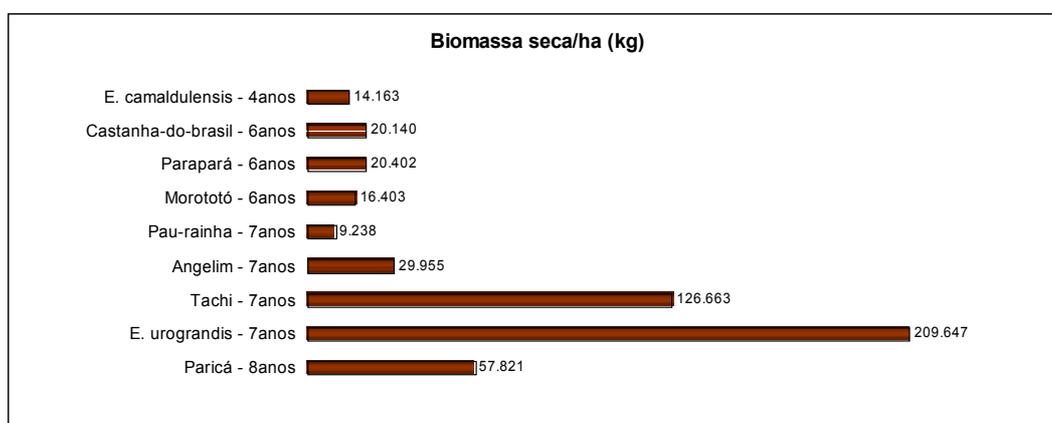


Fig. 4 – Biomassa aérea seca por hectare para cada espécie estudada, Campo Experimental Confiança, outubro de 2005.

Quando não se tem a determinação laboratorial do carbono presente na biomassa vegetal analisada aceita-se, para efeito de estimativa aproximada, um fator de conversão de 0,5, como citado em Schumacher et al. (2002).

A partir deste fator, as duas espécies mais produtivas em biomassa no presente estudo, apresentariam aos 7 anos acúmulo na biomassa aérea, de cerca de 105 tC/ha para *E. urograndis* e 63 tC/ha para *Sclerolobium paniculatum*. Um desempenho inicial muito atrativo para espécies que Tonini et al. (2006) recomendam para desenvolvimento de pesquisas em relação a

manejo e adubação visando melhoria de incremento para volumetria de madeira.

Vale destacar que o *Sclerolobium paniculatum* teve uma supressão de indivíduos até os sete anos da ordem de 51%, a mais alta entre todas as espécies avaliadas (Tabela 2). Neste caso, onde a produtividade de biomassa individual foi a mais alta dentre todas as espécies (Figura 3), deve ser priorizada nas próximas pesquisas a manutenção de uma maior densidade de plantas/ha. A hipótese seria de que tal medida pudesse diminuir a produtividade individual, mas aumentar a produtividade por unidade de área.

Estudando diferentes espaçamentos em *Sclerolobium paniculatum* para produção de biomassa (energia) em ambiente de cerrado no Amapá, Castro et al. (1998) observaram que a espécie se comporta muito bem em espaçamentos menores. Os resultados obtidos com espaçamentos de 1 x 3 m foram cerca de 50% mais efetivos no acúmulo de biomassa, que espaçamento de 2 x 3 m, aos sete anos de idade. A partir destes resultados, pode-se sugerir que trabalhos futuros em Roraima

incluam testes com espaçamentos menores para a espécie.

CONCLUSÕES

As espécies *Eucaliptus urograndis* (clone 1270) e *Sclerolobium paniculatum* (Figuras 5a e 5b, respectivamente), aos 7 anos de idade, obtiveram o melhor desempenho em quantidade de biomassa produzida/ha, respectivamente 209,6 t/ha e 126,7 t/ha, em espaçamento de 2 x 3 m, podendo ser indicadas para plantios em áreas com condições ambientais semelhantes aos da pesquisa apresentada.



Fig. 5a – *Eucaliptus urograndis*, clone 1270, aos 7 anos, Campo Experimental Confiança. Foto: Haron Xaud



Fig. 5b – Tachi (*Sclerolobium paniculatum*) aos 7 anos, Campo Experimental Confiança. Foto: Haron Xaud

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; XAUD, H. A. M. Avaliação silvicultural de espécies florestais nativas e introduzidas em região de floresta no estado de Roraima. In: FOREST 2000 - 23 a 26 de Outubro de 2000 - Porto Seguro – Bahia. Anais. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p.33-34.

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; MOURÃO JÚNIOR, M. Avaliação silvicultural de espécies florestais com potencial para o uso em sistemas agroflorestais no estado de

Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4º, 2002, Ilhéus. Anais. Ilhéus: Agromídia, 2002.

CASTRO, A.W.V.; FARIAS NETO, J.T.; CAVALCANTE, E.S. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). Manaus, Acta Amazonica, v.28, n.2, p 141-146, 1998.

GOUVEIA, V. M.; ÂNGELO, H. Valoração econômica do serviço ambiental de fixação e armazenamento de carbono em um reflorestamento de *Tectona grandis* L. f. In.

CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6º, 2003, Fortaleza, 2003. Anais. Cap. V: interação BiosfAtmosf na Amazônia, Programa LBA. p. 688-689.

MATTOS, L. M. Superando a dicotomia entre produção rural e conservação ambiental: relato de iniciativa dos movimentos sociais e rurais na Amazônia. In: POKORNY, BENNO.; SABOGAL, CÉSAR.; KRÄMER, FRANK (Ed.). Fórum sobre florestas, gestão e desenvolvimento: opções para Amazônia. Belém: CIFOR, 2004. p. 139-152.

MOURÃO JR, M. ; XAUD, M. R. ; XAUD, H. A. M. ; MOURA NETO, M. A. ; ARCO VERDE, M. F. ; PEREIRA, P. R. V. S. ; TONINI, H. . Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003 (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 12)

ROCHA, M.T. Mudanças climáticas e o mercado de carbono. In: SANQUETA, C.R.; ZILIOOTTO, M.A.B.; CORTE, A.P.D. (Ed.). Carbono: desenvolvimento tecnológico, aplicação e mercado global. Curitiba: UFPR/ECOPLAN, 2006. p.19-41.

ROCHA, M.T.; MUNIZ, M.J.D. As diferentes abordagens econômicas para o problema do aquecimento global e dos mercados de carbono. In: FOREST 2000 - 23 a 26 de Outubro de 2000 - Porto Seguro – Bahia. Anais.

Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 245-247.

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F. Estoque de carbono em florestas de Pinus taeda L. e Acacia mearnsii De Wild. Plantadas no Estado do Rio Grande do Sul- Brasil. In: SANQUETA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. (Ed.). As florestas e o carbono. Curitiba: UFPR. 2002. p.141-152.

TONINI, H. ; ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; MOURÃO JR., M. Avaliação de espécies florestais em área de mata no estado de Roraima. Lavras, Cerne, v.12, n.1, p.8-18, jan./mar. 2006.

Comunicado
Técnico, 24

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Roraima
Rodovia Br-174, km 8 - Distrito Industrial
Telefax: (95) 3626 71 25
Cx. Postal 133 - CEP. 69.301-970
Boa Vista - Roraima- Brasil
sac@cpafr.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2006): 100

Comitê de
Publicações

Presidente: Roberto Dantas de Medeiros
Secretário-Executivo: Alberto Luiz Marsaro Júnior
Membros: Aloísio Alcântara Vilarinho
Gilvan Barbosa Ferreira
Kátia de Lima Nechet
Liane Marise Moreira Ferreira
Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior

Expediente

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo